

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-153746

(43)Date of publication of application : 09.06.1998

(51)Int.Cl.

G02B 27/00

(21)Application number : 08-314040

(71)Applicant : SUMITOMO HEAVY IND LTD

(22)Date of filing : 25.11.1996

(72)Inventor : YAMAZAKI KAZUNORI

(54) BEAM HOMOGENIZER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To suppress lowering of a top flat rate in light intensity distribution even when the irradiation area with light flux is long-sized and line-thinned, by arranging an imaging cylindrical lens behind a homogenized surface.

SOLUTION: Seven light fluxes transmitted through a convergent lens 3 become respectively divergent light fluxes 13 to overlap each other on the homogenized surface 4. Respective divergent light flux 13 are converged by the imaging cylindrical lens 5 arranged backward the homogenized surface 4 to become respectively converged light flux 14. Respective converged light flux 14 are homogenized again on the homogenized surface 7 backward the homogenized surface 4. When a distance between the homogenized surface 4 and the imaging cylindrical lens 5 is twice or below of the focal distance of the imaging cylindrical lens 5, the length in the y axial direction of the irradiation area on the homogenized surface 7 becomes longer than the length in the y direction of the irradiation area on the homogenized surface 4. That is, the irradiation area is long-sized.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 23.10.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3191702

[Date of registration] 25.05.2001

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

037-11882
 3) 0A31/84

(10) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-153746

(43) 公開日 平成10年(1998)6月9日

(51) Int. Cl.⁴
 G 0 2 B 27/00

識別記号

F I
 G 0 2 B 27/00

V

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平8-314040
 (22) 出願日 平成8年(1996)11月25日

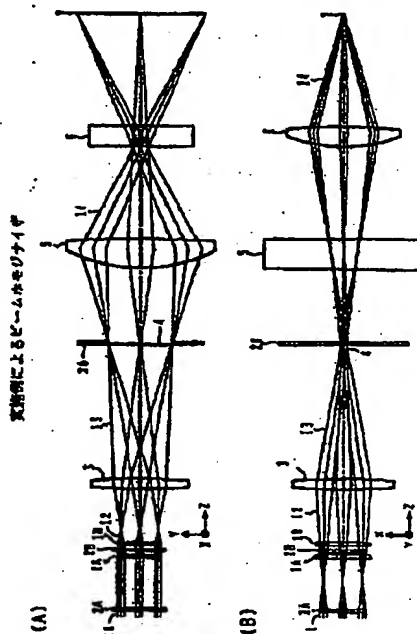
(71) 出願人 000002107
 住友重機械工業株式会社
 東京都品川区北品川五丁目9番11号
 (72) 発明者 山崎 和則
 神奈川県平塚市夕陽ヶ丘63番30号 住友重
 機械工業株式会社総合技術研究所内
 (74) 代理人 弁護士 高橋 教四郎 (外2名)

(54) 【発明の名称】 ビームホモジナイザ

(57) 【要約】

【課題】 光線束の照射領域を長尺化かつ細線化しても光強度分布のトップフラット率の低下を抑制できるビームホモジナイザを提供する。

【解決手段】 複数の第1のシリンドリカルレンズが、第1の仮想平面に沿って配列した第1のシリンダアレイと、複数の第2のシリンドリカルレンズが、第1の仮想平面に平行な第2の仮想平面に沿って配列した第2のシリンダアレイを有する。第1のシリンドリカルレンズを透過した光線束が、対応する第2のシリンドリカルレンズに入射する。収束光学系が、第2のシリンダアレイを透過した光線束を収束する。収束光学系の出射側に第1のイメージングシリンドリカルレンズ系が配置されている。第1のイメージングシリンドリカルレンズ系は、収束光学系によりホモジナイズされた光照射領域を拡大または縮小し、被照射体の表面上に再度ホモジナイズさせる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の第1のシリンドリカルレンズが、各々の円柱面の母線同士及び光軸面同士を相互に平行にし、かつ光軸面に対して垂直な第1の仮想平面に沿って配列した第1のシリンダアレイと、

複数の第2のシリンドリカルレンズが、各々の円柱面の母線同士及び光軸面同士を相互に平行にし、かつ前記第1の仮想平面に平行な第2の仮想平面に沿って配列した第2のシリンダアレイであって、各第2のシリンドリカルレンズが、対応する前記第1のシリンドリカルレンズと光軸面を共通にし、前記第1のシリンドリカルレンズを透過した光線束が、対応する第2のシリンドリカルレンズに入射する前記第2のシリンダアレイと、

前記第2のシリンダアレイを透過した光線束を収束させる収束光学系と、

前記収束光学系の出射側に配置された第1のイメージングシリンドリカルレンズ系であって、その円柱面の母線及び光軸面が、それぞれ前記第1のシリンドリカルレンズの円柱面の母線及び光軸面に平行であり、前記収束光学系によりホモジナイズされた光照射領域を拡大または縮小し、被照射体の表面上に再度ホモジナイズさせる前記第1のイメージングシリンドリカルレンズ系とを有するビームホモジナイザ、

【請求項2】 さらに、

前記第1のシリンダアレイの出射側に配置され、複数の第3のシリンドリカルレンズが、各々の円柱面の母線同士及び光軸面同士を相互に平行にし、かつ前記第1の仮想平面に平行な第3の仮想平面に沿って配列した第3のシリンダアレイであって、第3のシリンドリカルレンズの各々の光軸面が、前記第1及び第2のシリンダアレイの光軸面と直交する前記第3のシリンダアレイと、前記第3のシリンダアレイの出射側かつ前記収束光学系の入射側に配置され、複数の第4のシリンドリカルレンズが、各々の円柱面の母線同士及び光軸面同士を相互に平行にし、かつ前記第1の仮想平面に平行な第4の仮想平面に沿って配列した第4のシリンダアレイであって、各第4のシリンドリカルレンズが、対応する前記第3のシリンドリカルレンズと光軸面を共通にする前記第4のシリンダアレイと、

前記収束光学系の出射側に配置された第2のイメージングシリンドリカルレンズ系であって、その円柱面の母線及び光軸面が、それぞれ前記第3のシリンドリカルレンズの円柱面の母線及び光軸面に平行であり、前記収束光学系によりホモジナイズされた光照射領域を拡大または縮小し、前記被照射体の表面上に再度ホモジナイズさせる前記第2のイメージングシリンドリカルレンズ系とを有する請求項1に記載のビームホモジナイザ、

【請求項3】 さらに、

前記収束光学系によって、入射光線束がホモジナイズされる面に沿って配置され、前記第1及び第3のシリン

ドリカルレンズの各々の円柱面の母線に平行な面により画定された矩形形状の光透過孔が設けられた透光板を有する請求項1または2に記載のビームホモジナイザ、

【請求項4】 前記透光板の光透過孔の辺の長さが可変である請求項3に記載のビームホモジナイザ、

【請求項5】 さらに、

前記第1のシリンダアレイの出射側に配置され、複数の第3のシリンドリカルレンズが、各々の円柱面の母線同士及び光軸面同士を相互に平行にし、かつ前記第1の仮想平面に平行な第3の仮想平面に沿って配列した第3のシリンダアレイであって、第3のシリンドリカルレンズの各々の光軸面が、前記第1及び第2のシリンダアレイの光軸面と直交する前記第3のシリンダアレイと、

前記第3のシリンダアレイの出射側かつ前記収束光学系の入射側に配置され、複数の第4のシリンドリカルレンズが、各々の円柱面の母線同士及び光軸面同士を相互に平行にし、かつ前記第1の仮想平面に平行な第4の仮想平面に沿って配列した第4のシリンダアレイであって、各第4のシリンドリカルレンズが、対応する前記第3のシリンドリカルレンズと光軸面を共通にする前記第4のシリンダアレイと、

前記収束光学系とその出射側焦点位置との間に配置された発散シリンドリカルレンズであって、該発散シリンドリカルレンズの光軸面及び円柱面の母線が、それぞれ前記第3のシリンドリカルレンズの光軸面及び円柱面の母線に平行であり、前記第3のシリンドリカルレンズの円柱面の母線に垂直な平面内において、前記被照射体の表面上に光線束をホモジナイズさせる前記発散シリンドリカルレンズとを有する請求項1に記載のビームホモジナイザ、

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、光線束の断面内強度分布の均一化を行うビームホモジナイザに関する。

【0002】

【従来の技術】 シリンダアレイ型のビームホモジナイザは、前段のシリンダアレイと後段のシリンダアレイ、及びフォーカスレンズにより構成される。各シリンダアレイは、複数の等価なシリンドリカルレンズをその光軸面に垂直な方向に配列して構成される。前段のシリンダアレイの各シリンドリカルレンズの光軸面が、後段のシリンダアレイの対応するシリンドリカルレンズの光軸面に一致するように配置される。ここで、光軸面は、シリンドリカルレンズの面対称な結像系の対称面を意味する。

【0003】 前段のシリンダアレイに光線束が入射し、各シリンドリカルレンズにより収束される。収束された各光線束が、後段のシリンダアレイの各シリンドリカルレンズにより再度収束される。このようにして、2つのシリンダアレイにより、入射光線束がシリンドリカルレンズの個数分の小光線束に分割される。

【0004】得られた小光線束は、2つのシリンダアレイの相対位置によって、発散光、平行光、または収束光になる。各小光線束をフォーカスレンズ群を用いてある面上に重ね合わせるにより、シリンドリカルレンズの光軸面に垂直な方向に関して、照射領域の光強度分布を均一に近づけることができる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ビームホモジナイザは、例えばレーザアニールにおけるレーザ光の光強度分布を均一化するために用いられる。液晶表示パネルの製造において、ガラス基板上に成膜したアモルファスシリコン膜をレーザアニールして多結晶化する技術が注目されている。液晶表示パネルの大型化に伴い、レーザ光の照射領域の長尺化が望まれている。

【0006】レーザ光の強度を変えることなく、その照射領域の長尺方向の長さを長くすると、エネルギー密度が低下する。アモルファスシリコンを多結晶化するためには、一定値以上のエネルギー密度が必要である。照射領域を長尺化したときのレーザ光のエネルギー密度の低下を抑制するためには、照射領域の幅を細くする必要がある。

【0007】小光線束が重ね合わされた（ホモジナイズされた）照射領域の光強度の均一性は、トップフラット率で評価される。ここで、トップフラット率 R_{TF} は、光強度分布の最高値の90%以上の強度を有する部分の幅を $W_{0.9}$ 、半値幅を $W_{0.5}$ としたとき、

【0008】

【数1】 $R_{TF} = W_{0.9} / W_{0.5}$

で定義される。高品質なレーザアニールを行うためには、照射領域の長尺方向及び短軸方向に関する光強度分布のトップフラット率を高くすることが好ましい。ホモジナイズされた照射領域の幅が1mm以上であれば、比較的高いトップフラット率が得られるが、1mm以下になると、高いトップフラット率を得ることが困難になる。

【0009】本発明の目的は、光線束の照射領域を長尺化かつ細線化しても光強度分布のトップフラット率の低下を抑制できるビームホモジナイザを提供することである。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明の一観点によると、複数の第1のシリンドリカルレンズが、各々の円柱面の母線同士及び光軸面同士を相互に平行にし、かつ光軸面に対して垂直な第1の仮想平面に沿って配列した第1のシリンダアレイと、複数の第2のシリンドリカルレンズが、各々の円柱面の母線同士及び光軸面同士を相互に平行にし、かつ前記第1の仮想平面に平行な第2の仮想平面に沿って配列した第2のシリンダアレイであって、各第2のシリンドリカルレンズが、対応する前記第1のシリンドリカルレンズと光軸面を共通にし、前記第1のシリンドリカルレンズを透過した光線束が、対応す

る第2のシリンドリカルレンズに入射する前記第2のシリンダアレイと、前記第2のシリンダアレイを透過した光線束を収束する収束光学系と、前記収束光学系の出射側に配置された第1のイメージングシリンドリカルレンズ系であって、その円柱面の母線及び光軸面が、それぞれ前記第1のシリンドリカルレンズの円柱面の母線及び光軸面に平行であり、前記収束光学系によりホモジナイズされた光照射領域を拡大または縮小し、被照射体の表面上に再度ホモジナイズさせる前記第1のイメージングシリンドリカルレンズ系とを有するビームホモジナイザが提供される。

【0011】第1及び第2のシリンダアレイにより、1つの平行光線束が複数の光線束に分割される。分割された複数の光線束が、収束光学系によりホモジナイズ面上で重ね合わされる。種々の光強度分布を有する光線束が重ね合わされるため、ホモジナイズ面上における光照射領域の光強度分布を均一に近づけることができる。第1のイメージングシリンドリカルレンズ系により、ホモジナイズされた照射領域を長尺化または細線化することができる。

【0012】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の実施例によるビームホモジナイザの断面図を示す。ビームホモジナイザに入射する光線束の光軸に平行な z 軸を有する $x-y-z$ 直交座標系を考える。図1(A)は、 $y-z$ 面に平行な断面図、図1(B)は、 $x-z$ 面に平行な断面図を示す。

【0013】図1(A)に示すように、シリンダアレイ1A及び1Bの各々は、等価な7本のシリンドリカルレンズにより構成される。各シリンドリカルレンズの光軸面は $x-z$ 面に平行であり、円柱面の母線は x 軸に平行である。ここで、光軸面とは、シリンドリカルレンズの面対称な結像系の対称面のことを意味する。このように配置されたシリンドリカルレンズが、コバ面同士を密着させて x 軸に平行に向いて y 軸方向に並んで($x-y$ 面に沿って)配列している。シリンダアレイ1Aは光の入射側(図の左方)に配置され、シリンダアレイ1Bは出射側(図の右方)に配置されている。また、シリンダアレイ1Aの各シリンドリカルレンズは、シリンダアレイ1Bの対応するシリンドリカルレンズと光軸面を共有するように配置されている。

【0014】図1(B)に示すように、シリンダアレイ2A及び2Bの各々は、等価な7本のシリンドリカルレンズにより構成される。各シリンドリカルレンズの光軸面は $y-z$ 面に平行であり、円柱面の母線は y 軸に平行である。このように配置されたシリンドリカルレンズが、コバ面同士を密着させて y 軸に平行に向いて x 軸方向に並んで($x-y$ 面に沿って)配列している。シリンダアレイ2Aはシリンダアレイ1Aの入射側(図の左方)に配置され、シリンダアレイ2Bはシリンダアレイ1Aと1Bとの間に配置されている。また、シリンダアレイ2A

の各シリンドリカルレンズは、シリンドラレイ2Bの対応するシリンドリカルレンズと光軸面を共有するように配置されている。

【0015】シリンドラレイ1Bの出射側に、収束レンズ3が配置されている。収束レンズ3の光軸は、z軸に平行である。

【0016】収束レンズ3の出射側にイメージングシリンドリカルレンズ5が配置されている。イメージングシリンドリカルレンズ5は、その光軸面に関してシリンドラレイ1Aが対称な構成になる位置に配置され、その円柱面の母線はx軸に平行である。イメージングシリンドリカルレンズ5の出射側にイメージングシリンドリカルレンズ6が配置されている。イメージングシリンドリカルレンズ6は、その光軸面に関してシリンドラレイ2Aが対称な構成になる位置に配置され、その円柱面の母線はy軸に平行である。

【0017】図1(A)を参照して、yz面内に関する光線束の伝播の様子を説明する。yz面内においては、シリンドラレイ2A、2B、及びイメージングシリンドリカルレンズ6は単なる平板と等価であるため、光線束の収束、発散に影響を与えない。z軸に平行な光軸を有する平行光線束11がシリンドラレイ2Aを透過し、シリンドラレイ1Aに入射する。入射光線束は、シリンドラレイ1Aにより各シリンドリカルレンズに対応した7つの収束光線束に分割される。図1(A)では、中央と両端の光線束のみを代表して示している。シリンドラレイ1Aによって収束された各光線束は、シリンドラレイ1Bにより再度収束される。

【0018】シリンドラレイ1Bにより収束した7つの収束光線束12は、それぞれ収束レンズ3の前方で集光する。この結像位置は、収束レンズ3の入射側焦点よりもレンズに近い。このため、収束レンズ3を透過した7つの光線束はそれぞれ発散光線束13となり、ホモジナイズ面4上において重なる。7つの光線束により照射されたホモジナイズ面4における照射領域のy軸方向の光強度分布は、シリンドラレイ1Aにより分割された7つの各光線束のy軸方向の強度分布の和に相似する。

【0019】入射光線束11のy軸方向の光強度分布は、一般的に対称性を有する。従って、7つの光線束の各々のy軸方向の光強度分布は、シリンドラレイ1Aの中央のシリンドリカルレンズの光軸面に関して対称の位置にある光線束の光強度分布をy軸方向に関して反転させた分布にほぼ等しい。これらの光線束の光強度分布を足し合わせて得られたホモジナイズ面4における照射領域の光強度分布は、y軸方向に関して均一な分布に近づく。

【0020】ホモジナイズ面4の後方に配置されたイメージングシリンドリカルレンズ5により、各発散光線束13が収束され、それぞれ収束光線束14になる。各収束光線束14は、ホモジナイズ面4の後方のホモジナ

ズ面7において再度ホモジナイズする。ホモジナイズ面4とイメージングシリンドリカルレンズ5との距離が、イメージングシリンドリカルレンズ5の焦点距離の2倍未満であるとき、ホモジナイズ面7における照射領域のy軸方向の長さが、ホモジナイズ面4における照射領域のy軸方向の長さよりも長くなる。すなわち、照射領域をより長尺化することができる。

【0021】図1(B)を参照して、xz面内に関する光線束の伝播の様子を説明する。入射光線束11がシリンドラレイ2Aに入射し、各シリンドリカルレンズに対応した7つの収束光線束に分割される。図1(B)では、中央と両端の光線束のみを代表して示している。xz面内においては、シリンドラレイ1A、1B及びイメージングシリンドリカルレンズ5は単なる平板と等価であるため、光線束の収束、発散に影響を与えない。

【0022】各光線束は、シリンドラレイ2Bの前方で結像し、発散光線束となってシリンドラレイ2Bに入射する。シリンドラレイ2Bに入射した各光線束は、それぞれ相互に等しいある広がり角を持った光線束12になり、収束レンズ3に入射する。

【0023】収束レンズ3を透過した7つの光線束13はそれぞれ収束光線束となり、ホモジナイズ面4上において重なる。7つの光線束13により照射されたホモジナイズ面4における照射領域のx軸方向の光強度分布は、図1(A)の場合と同様に、均一な分布に近づく。

【0024】光線束12のxz断面での広がり角がyz断面でのそれよりも小さいので、x軸方向の長さはy軸方向の長さよりも短くなる。

【0025】各光線束13は、ホモジナイズ面4の後方で集光した後、それぞれ発散光線束となってイメージングシリンドリカルレンズ6に入射する。イメージングシリンドリカルレンズ6によって収束された各光線束15は、ホモジナイズ面7上にホモジナイズする。ホモジナイズ面4とイメージングシリンドリカルレンズ6との距離が、イメージングシリンドリカルレンズ6の焦点距離の2倍よりも長いとき、ホモジナイズ面7における照射領域のx軸方向の幅は、ホモジナイズ面4におけるそれよりも細くなる。

【0026】また、ホモジナイズ面4とイメージングシリンドリカルレンズ5との距離を S_5 、ホモジナイズ面4とイメージングシリンドリカルレンズ6との距離を S_6 、イメージングシリンドリカルレンズ5及び6の焦点距離を、それぞれ f_5 及び f_6 としたとき、 $S_5 : (S_5 - f_5) = S_6 : (S_6 - f_6)$ の関係を有するとき、yz面内及びxz面内に関するホモジナイズ面の位置が一致する。

【0027】このように、ホモジナイズ面4の後方にイメージングシリンドリカルレンズ5及び6を配置することにより、ホモジナイズ面4における照射領域をホモジナイズ面7において長尺化し、かつ細線化することがで

きる。

【0028】また、図1(A)及び(B)に示すように、長さ及び幅が可変のスリットを有する遮光板20を、ホモジナイズ面4の位置に配置してもよい。ホモジナイズ面4における照射領域の外周近傍では、内部から離れるに従ってある傾きをもって光強度が減少する。光強度が変化している外周近傍の領域を遮光板20で遮光することにより、ホモジナイズ面7における照射領域の外周近傍における光強度の変化を急峻にすることができる。また、遮光板20のスリットの幅または長さをホモジナイズ面4に形成されるビームサイズに連動させて変化させることにより、ホモジナイズ面7における照射領域の長さ及び幅を変化させることができる。

【0029】次に、図2を参照して、図1に示す実施例の効果について説明する。なお、図2(A)～2(C)の横軸のスケールは任意である。図2(A)は、ホモジナイズ面4上の照射領域の幅(光強度分布の半値幅)を0.58mmとしたときの、ホモジナイズ面4におけるx軸(短軸)方向の光強度分布を示す。トップフラット率は、0.43であった。

【0030】図2(B)は、ホモジナイズ面4上の照射領域の幅を0.90mmとしたときの、ホモジナイズ面4におけるx軸(短軸)方向の光強度分布を示す。トップフラット率は、0.72であった。

【0031】図2(C)は、図2(B)に示すホモジナイズ面4における照射領域を、図1のイメージングシリンドリカルレンズ6によりホモジナイズ面7上に再度ホモジナイズさせ、照射領域の幅を0.44mmとした場合のホモジナイズ面7におけるx軸方向の光強度分布を示す。トップフラット率は、図2(B)の場合と同じ0.72であった。なお、用いたイメージングシリンドリカルレンズ6の円柱面の曲率は69mm、焦点距離は142mmである。

【0032】図2(B)に示すように、ホモジナイズ面における照射領域の幅を0.90mmとするとときは、図1(B)のイメージングシリンドリカルレンズ6を使用しなくても、トップフラット率0.72程度を確保することができる。しかし、照射領域の幅を0.58mmまで細くすると、図2(A)に示すように、トップフラット率が0.43程度まで低下してしまう。

【0033】これに対し、本発明の実施例の場合には、図2(C)に示すように、照射領域の幅を0.44mm程度まで細くしても、トップフラット率0.72を得ることができ、トップフラット率の低下を抑制することが可能になる。

【0034】次に、図1に示すビームホモジナイザを使用したレーザアニリング装置について説明する。

【0035】図3は、レーザアニリング装置の概略平面図を示す。筐体50に、処理チャンバ51、搬送チャンバ52、搬入チャンバ53、搬出チャンバ54、ホモ

ジナイザ42、CCDカメラ58、及びビデオモニタ59が取り付けられている。

【0036】処理チャンバ51と搬送チャンバ52がゲートバルブ55を介して結合され、搬送チャンバ52と搬入チャンバ53、及び搬送チャンバ52と搬出チャンバ54が、それぞれゲートバルブ56及び57を介して結合されている。処理チャンバ51、搬入チャンバ53及び搬出チャンバ54には、それぞれ真空ポンプ61、62及び63が取り付けられ、各チャンバの内部を真空排気することができる。

【0037】搬送チャンバ52内には、搬送用ロボット64が収容されている。搬送用ロボット64は、処理チャンバ51、搬入チャンバ53及び搬出チャンバ54の相互間で処理基板を移送する。

【0038】処理チャンバ51の上面に、レーザ光透過用の窓60が設けられている。パルス発振したエキシマレーザ装置41から出力されたレーザビームがアッテネータ46を通過して図1で説明したビームホモジナイザ42に入射する。ホモジナイザ42は、レーザビームの断面形状を細長い形状にする。ホモジナイザ42を通過したレーザビームは、レーザ光の断面形状に対応した細長い窓60を透過して処理チャンバ51内の処理基板を照射する。処理基板の表面がホモジナイズ面に一致するように、ホモジナイザ42と処理基板との相対位置が調節されている。

【0039】処理基板は、窓60の長軸方向に直交する向きに平行移動する。1ショット分の照射領域の一部が前回のショットにおける照射領域の一部と重なるような速さで処理基板を移動することにより、処理基板表面の広い領域を照射することができる。処理基板表面はCCDカメラ58により撮影され、処理中の基板表面をビデオモニタ59で観察することができる。

【0040】エキシマレーザ装置41、ホモジナイザ42、搬送用ロボット64、ゲートバルブ55～57の動作は、制御装置65によって制御される。

【0041】図4は、図3のレーザアニリング装置の光学系の概略図を示す。エキシマレーザ装置41から出力したレーザビームは、アッテネータ46を通過し、ターンミラー47及び48で反射し、ホモジナイザ42に入射する。ホモジナイザ42を通過したレーザビームは、ターンミラー49で反射し、ガラス窓60を透過して処理チャンバ51内に導入される。

【0042】ホモジナイザ42とターンミラー49は、相互の相対位置関係を保った状態で、入射レーザ光の光軸に沿って平行移動することができる。ターンミラー49で反射した後のレーザビームが図中の位置cにあるとき、処理チャンバ51内の処理基板上にレーザ光が照射される。

【0043】処理チャンバ51内には、パワーメータ72が配置されている。レーザビームを位置dに移動させ

たとき、レーザ光がパワーメータ72に照射され、レーザ光の強度を測定することができる。また、処理チャンバ51の外にもパワーメータ73が配置されており、レーザビームを位置bに移動させることにより、処理チャンバ51内に導入される前のレーザ光の強度を測定することができる。

【0044】また、処理チャンバ51の外に、光センサを直線状に配列したビームプロファイラ74が配置されている。レーザビームを位置aに移動させてビームプロファイラ74にレーザ光を照射することにより、線状の断面形状を有するレーザビームの断面内の長軸方向に関する強度分布を測定することができる。

【0045】アッテネータ46とターンミラー47との間にパワーメータ70が配置され、ターンミラー48とホモジナイザ42との間にパワーメータ71が配置されている。パワーメータ70及び71により、その位置におけるレーザ光の強度を測定することができる。

【0046】パワーメータ70〜73で検出されたレーザ光の強度をそれぞれの位置における正常値と比較することにより、各光学部品の劣化状態を知ることができる。また、ビームプロファイラ74からの検出信号を解析することにより、レーザビームの断面の長軸方向に関する強度分布の正常性を確認することができる。

【0047】図1の実施例で説明したように、ホモジナイザ42にイメージングシリンドリカルレンズ5及び6を設けることにより、線状の光照射領域の幅を細くしても、光強度分布のトップフラット率を比較的高く維持することができる。トップフラット率を高くすることにより、基板全面に、より均一にレーザ光を照射することができる。

【0048】また、線状の光照射領域を長尺化することができる。長尺化することにより、レーザ光の照射領域をその短軸方向に移動して、より広い領域にレーザ光を照射することができる。

【0049】次に、図5を参照して、本発明の他の実施例によるビームホモジナイザについて説明する。

【0050】図1では、xz面及びyz面の双方に関して、ホモジナイズ面4で一度ホモジナイズさせ、イメージングシリンドリカルレンズでさらにホモジナイズ面7にホモジナイズさせる場合を説明した。図5に示すビームホモジナイザにおいては、図1に示すビームホモジナイザのイメージングシリンドリカルレンズ5を取り除き、代わりに収束レンズ3とホモジナイズ面4との間にyz面内に関して光線束を発散させる発散シリンドリカルレンズ8が配置されている。その他の構成は、図1に示すビームホモジナイザの構成と同様である。

【0051】図5(A)はyz面に平行な断面図、図5(B)はxz面に平行な断面図を示す。図5(B)に示すように、xz面に平行な断面に関する光線束の伝搬の様子は、図1(B)の場合と同様である。

【0052】図5(A)に示すように、yz面に平行な断面に関しては、発散シリンドリカルレンズ8のために、収束レンズ3と発散シリンドリカルレンズ8との合成焦点距離が、収束レンズ3単体の焦点距離より長くなる。収束レンズ3と発散シリンドリカルレンズ8との後ろ側合成焦点位置が、xz面内におけるホモジナイズ面7に一致するように、発散シリンドリカルレンズ8の焦点距離を選択する。

【0053】このとき、yz面内に関して、収束レンズ3及び発散シリンドリカルレンズ8を通過した光線束は、ホモジナイズ面7上でホモジナイズする。このように、シリンダアレイ1A、1B、2A及び2Bの後方に配置する収束レンズのyz面内に関する焦点距離とxz面内に関する焦点距離とを実質的に異ならせてもよい。このような構成としても、図1の実施例の場合と同様に、ホモジナイズ領域を細くかつ長尺化することができる。

【0054】以上実施例に沿って本発明を説明したが、本発明はこれらに制限されるものではない。例えば、種々の変更、改良、組み合わせ等が可能なことは当業者に自明であろう。

【0055】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、ビームホモジナイザを透過した光線束のホモジナイズ面における照射領域を長尺化かつ細線化することができる。また、細線化した場合の光強度分布のトップフラット率の低下を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例によるビームホモジナイザの断面図である。

【図2】図2(A)及び2(B)は、従来のビームホモジナイザによりホモジナイズされた光照射領域の光強度分布を示すグラフであり、図2(C)は、図1に示すビームホモジナイザによりホモジナイズされた光照射領域の光強度分布を示すグラフである。

【図3】図1に示すビームホモジナイザを使用したレーザアニーリング装置の概略を示す平面図である。

【図4】図3に示すレーザアニーリング装置の光学系を示す図である。

【図5】本発明の他の実施例によるビームホモジナイザの断面図である。

【符号の説明】

- 1A、1B、2A、2B シリンダアレイ
- 3 収束レンズ
- 4、7 ホモジナイズ面
- 5、6 イメージングシリンドリカルレンズ
- 8 発散シリンドリカルレンズ
- 11、12、13、14、15 光線束
- 20 遮光板
- 41 エキシマレーザ装置

(7)

特開平10-153746

11

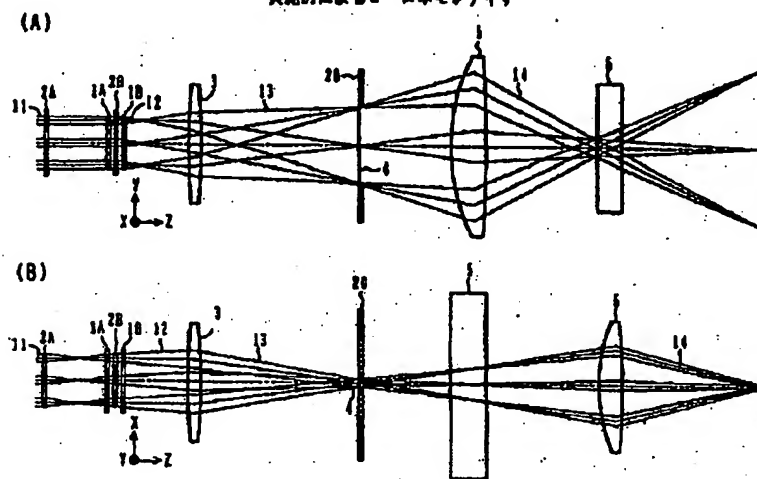
12

42 ホモジナイザ
46 アッテネータ
47、48、49 ターンミラー
50 筐体
51 処理チャンバ
52 搬送チャンバ
53、54 搬出入チャンバ
55～57 ゲートバルブ

58 CCDカメラ
59 ビデオモニタ
60 窓
61、62、63 真空ポンプ
64 搬送ロボット
65 制御装置
70、71、72、73 パワーメータ

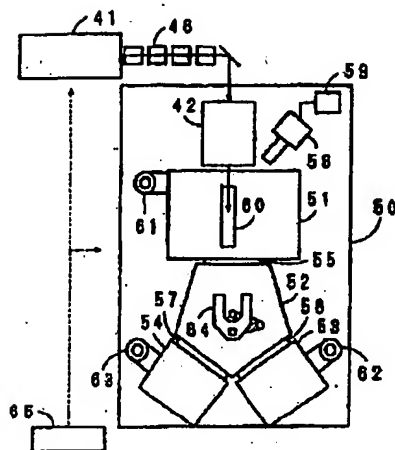
【図1】

実施例によるビームホモジナイザ



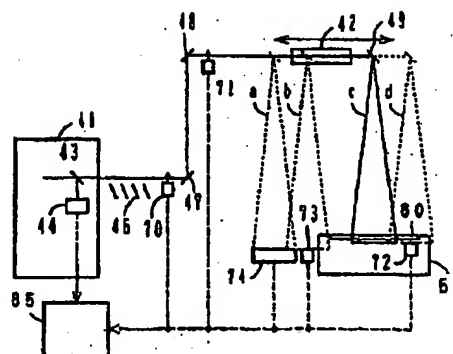
【図3】

レーザーアニーリング装置



【図4】

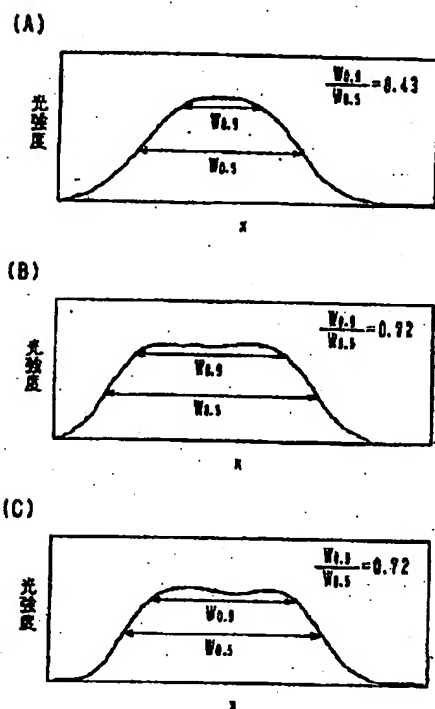
光学系



(8)

特開平10-153746

【図2】



【図5】

